

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003029654 A**

(43) Date of publication of application: **31.01.03**

(51) Int. Cl.

G09F 9/00
G09F 9/33
H01L 33/00

(21) Application number: **2001211255**

(22) Date of filing: **11.07.01**

(71) Applicant: **SONY CORP**

(72) Inventor: **TOMOTA KATSUHIRO**
OHATA TOYOJI

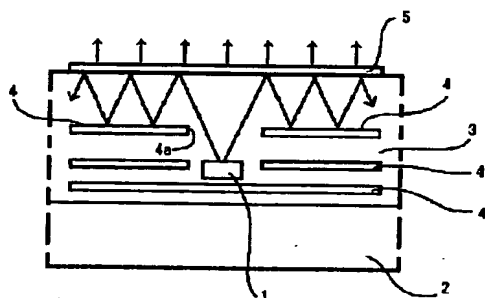
(54) DISPLAY DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize display improved in beautiful appearance by expanding a light emitting area by means of a light emitting element.

SOLUTION: In the display device, wherein light emitting elements are arrayed at intervals and a surface is conversed with a sealing agent, a light scattering function is applied to the sealing agent. For applying the light scattering function, a method such as a method for providing the sealing agent with a reflecting mirror and a half mirror, a method for distributing the fine particles of a refraction factor different from that of the sealing agent over the relevant sealing agent or a method for forming air bubbles while distributing them over the sealing agent is adopted. By applying the light scattering function to the sealing agent, the light emitting area by the light emitting element is practically expanded and becomes almost the same size as an array pitch of light emitting elements, for example.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the display to which the luminescence field was expanded by giving an optical diffusion function especially about the display device by which a light emitting device estranges and is arranged.

[0002]

[Description of the Prior Art] When arranging a light emitting device in the shape of a matrix and finishing setting up to an image display device, forming a direct component on a substrate like a liquid crystal display (LCD: Liquid Crystal Display) or a plasma display panel (PDP: Plasma Display Panel), or arranging the LED package of a simple substance like a light emitting diode display (LED display) conventionally, is performed. For example, in the image display device like LCD and PDP, since isolation is not made, it is usually performed from the beginning of a manufacture process that each component vacates only the pixel pitch of the image display device, and forms spacing.

[0003] On the other hand, in the case of the LED display, an LED chip is taken out after dicing, it connects with an external electrode by bump connection by wire bond or the flip chip according to an individual, and package-izing is performed. In this case, although arranged by the pixel pitch as an image display device in front of package-izing or in the back, this pixel pitch is unrelated to the pitch of the component at the time of component formation.

[0004] Since LED (light emitting diode) which is a light emitting device is expensive, the image display device using LED is made as for it to low cost by manufacturing much LED chips from one wafer. That is, the thing of about 300-micrometer angle is conventionally made the LED chip of dozens of micrometer angle for an LED chip size, and if it is connected and an image display device is manufactured, the price of an image display device can be lowered. then, each component -- a degree of integration -- techniques, such as a thin film replica method which form highly, and it is made to move, making a large field estrange each component by imprint etc., and there is a technique which constitutes comparatively big displays, such as an image display device, for example, is indicated by U.S. Pat. No. 438241, and the formation approach of the transistor array panel for a display indicated by JP, 11-142878, A, are known.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the indicating equipment which estranged and arranged light emitting diode as mentioned above, since the luminescence field of the light emitting diode which constitutes each pixel is remarkably small compared with an array pitch, when a screen is observed, each light emitting diode is conspicuous as the luminescent spot, and there is a problem of spoiling image grace sharply. When the whole screen averages, even if it is proper brightness, when light emitting diode is small, the display which only the part was reflected dazzlingly and was excellent in the fine sight is difficult.

[0006] This invention is proposed in view of such the conventional actual condition, and aims at offering the display which it is possible to expand the luminescence field by the light emitting device, and the display excellent in the fine sight is possible. Moreover, it aims at offering the display [it is possible to ease the luminous-radiation property resulting from the configuration of a light emitting device, and] which can be improved in the homogeneity over an angle of visibility. Furthermore, it aims at offering the display which optical ejection effectiveness is improved or can be set up the magnitude of a pixel freely.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, a light emitting device estranges, and is arranged and the display of this invention is characterized by giving the optical diffusion function to said sealing agent in the display which comes to cover the front face with a sealing agent. What is necessary is just to adopt technique of preparing a reflective mirror and a half mirror in a sealing agent, such as distributing the particle to which a refractive index differs from the sealing agent concerned in a sealing agent, and carrying out distributed formation of the air bubbles at a sealing agent, in order to give an optical diffusion function.

[0008] By giving an optical diffusion function to the above-mentioned sealing agent, the luminescence field by the light emitting device is expanded substantially, and serves as magnitude comparable as the array pitch of a light emitting device. Consequently, it is lost that a light emitting device is conspicuous as the luminescent spot, the whole

screen shines and appears, and the display excellent in the fine sight is realized. Moreover, various advantages are discovered for every technique of giving an optical diffusion function. For example, in the combination of a reflective mirror and a half mirror, the magnitude of a pixel is freely set up by adjusting the reflection factor of a half mirror, and permeability. Moreover, the luminous-radiation directive property resulting from the configuration of a light emitting device etc. is eased by distributing the particle from which a refractive index differs, and air bubbles, and the homogeneity over an angle of visibility improves. Furthermore, if these particles and air bubbles are formed according to specific periodicity, the property as a photograph nick crystal will be discovered and optical ejection effectiveness will improve.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the display which applied this invention is explained to a detail, referring to a drawing.

[0010] The display of this invention arranges light emitting devices, such as light emitting diode, in the shape of a matrix on a substrate, drives these alternatively, and displays an image. The light emitting device is estranged and arranged and an array pitch is larger than the magnitude of each light emitting device. Moreover, the front face of a light emitting device is covered with and protected by the sealing agent. Thus, if it remained as it is, when a light emitting device is estranged and arranged, and a screen is observed, each light emitting device will be conspicuous as the luminescent spot. So, in this invention, the optical diffusion function was given to the wrap sealing agent for the light emitting device, and this is canceled. As a concrete configuration for giving an optical diffusion function, although various configurations are mentioned, the fundamental example of a configuration for giving these light diffusion function is explained first.

[0011] Drawing 1 shows the example which gave the optical diffusion function with the combination of a reflective mirror and a half mirror. The light emitting device 1 is mounted on the substrate 2, and the front face is covered with the sealing agent 3. While allotting the reflective mirror 4 to the optical ejection close-attendants side of a light emitting device 1, he forms a half mirror 5 in the front face of a sealing agent 3, and is trying for the light from a light emitting device 1 to spread in field inboard by this example by repeating reflection between these reflective mirror 4 and a half mirror 5.

[0012] The above-mentioned reflective mirror 4 is formed mist and ahead from optical ejection side 1a of the above-mentioned light emitting device 1, and opening 4a is formed corresponding to the light emitting device 1. In addition, it is not necessary to necessarily form the reflective mirror 4 ahead from optical ejection side 1a of a light emitting device 1, and the same location (location shown by 4in drawing ') as opening 4a is sufficient as it, and it may be behind opening 4a (location shown by 4" among drawing). If the reflective mirror 4 is especially arranged behind opening 4a, since it is not necessary to prepare opening in the reflective mirror 4 and a part of light by the side of the rear face of a light emitting device 1 can also be taken out in this case, effectiveness can be improved. Although a half mirror 5 counters with the above-mentioned reflective mirror 4 and it is formed in the outermost surface of a sealing agent 3, opening is not prepared like the above-mentioned reflective mirror 4. Thus, if constituted, the light emitted from the light emitting device 1 will be first irradiated by the above-mentioned half mirror 5, a part will be penetrated as it is, and the remaining light will be reflected by the half mirror 5. It is reflected by the reflective mirror 4 and the light reflected by the half mirror 5 is again irradiated by the half mirror 4. Then, a part is penetrated as it is and the remaining light is reflected. By repeating this, the light of a light emitting device 1 is expanded to field inboard, and pixel size is expanded.

[0013] Drawing 2 shows this situation. by expanding the light of a light emitting device 1 with the above-mentioned reflective mirror 4 and a half mirror 5, the luminescence field shown in the slash field in drawing is markedly alike compared with the size of each light emitting device 1, and becomes large, and image display which the whole screen emitted light and was excellent in the fine sight is realized. In not preparing above reflective mirrors 4 or half mirrors and not giving an optical diffusion function, as shown in drawing 3, a luminescence field is restricted to the magnitude of a light emitting device 1, and since it is small compared with the array pitch of a light emitting device 1, only a light emitting device 1 is conspicuous as the luminescent spot, and it results in spoiling a fine sight.

[0014] When expanding the light of a light emitting device 1 in the combination of the reflective mirror 4 and a half mirror 5 as mentioned above, it is also possible by adjusting the reflection factor of a half mirror 5, and permeability set up pixel size freely. For example, if the reflection factor of a half mirror 5 is made into smallness (permeability size), the transmitted light distribution which a great portion of light penetrates a half mirror 5 by the small count of reflection, and penetrates a half mirror 5 will become narrow as shown in drawing 4, and pixel size will become small. On the contrary, if the reflection factor of a half mirror 5 is made into size (permeability is smallness), the count of the light which repeats reflection will increase, the transmitted light distribution which penetrates a half mirror 5 will become large as shown in drawing 5, and pixel size will become large.

[0015] Moreover, as shown in drawing 6, it is also possible by preparing irregularity in the above-mentioned half mirror 5 to control the directivity of the light which penetrates this half mirror 5. For example, by giving a texture to front face of a sealing agent 3, and giving irregularity out of which light tends to come to the half mirror 5 formed this perpendicularly, the direction of luminous radiation becomes perpendicularly to a screen, and the visibility in a screen transverse plane is improved sharply.

[0016] It is also possible to give a texture with periodicity which the above-mentioned texture may not necessarily be

a random texture, for example, grasps the description of the direction of luminous radiation and cancels this when it originates in the configuration of a light emitting device 1 etc. and light comes out in a specific direction strongly. Drawing 7 shows such an example. Although the light emitting device 1 serves as a tapering configuration (for example, a cone configuration and a multiple drill configuration) which an one direction converges and light is taken out from that base in this example, the light of the slash field in drawing comes out strongly. Then, if field 5a which is easy to be scattered about is formed by the texture corresponding to this slash field, or if field 5a with a high reflection factor is formed, the luminous-radiation directive property which can equalize the luminous intensity which penetrates a half mirror 5, and originates in the configuration of a light emitting device 1 etc. can be improved, and the homogeneity over an angle of visibility can be improved.

[0017] Although the combination of a reflective mirror and a half mirror gave the optical diffusion function to the sealing agent in the above example, it is possible to give an optical diffusion function not only by this but by various approaches. Drawing 8 distributes the diffusion bead 6 to a sealing agent 3, and shows the example which gave the optical diffusion function. The diffusion bead 6 is a minute particle from which a refractive index differs in a sealing agent 3, and the configuration is a ***** configuration at a globular form or it. Of course, you may be other configurations. If this diffusion bead 6 is distributed to the sealing agent 3, as shown in drawing 9, optical reinforcement will be equalized, after carrying out scattered reflection of the light taken out from the light emitting device 1 with the diffusion bead 6 and penetrating a sealing agent 3. Consequently, the luminous-radiation directive property resulting from the configuration of a light emitting device 1 etc. is improved, and the homogeneity over an angle of visibility improves.

[0018] Drawing 10 applies the principle of a photograph nick crystal to a sealing agent, and shows the example which gave the optical diffusion function. When distribution of a periodic refractive index is given, light of the wavelength of the specific range decided by the periodicity concerned in the direction which has this periodicity cannot be spread. This is the principle of a photograph nick crystal. For example, if the air bubbles (refractive index 1) 7 of submicron order are periodically formed not to a mere diffusion bead but to a sealing agent with a big refractive index, the property like a photograph nick crystal will appear, not mere diffusion and dispersion but a lateral light can be taken out, and the ejection effectiveness of light itself will improve. Moreover, even if it distributes periodically the particle from which a sealing agent and a refractive index differ, the property like a photograph nick crystal can be acquired. Of course, as long as not only these but a refractive index (dielectric constant) arranges regularly two kinds of greatly different transparent media with the period of light wave length extent and discovers the property as a photograph nick crystal, you may be what kind of thing.

[0019] Although the technique of raising the luminous efficiency of a luminescence device and optical ejection effectiveness using a photograph nick crystal is already studied in every direction, it is usual that each of these performs punching processing of making a hole in the light emitting device (i.e., the semi-conductor itself) itself in the shape of a triangular grid, and considers as a photograph nick crystal. In this case, the semi-conductor of the part which made the hole becomes useless. This example considers the sealing agent which covers a light emitting device as a photograph nick crystal, does not improve luminous efficiency and optical ejection effectiveness, does not make an expensive semi-conductor useless, and is based on the unprecedented new way of thinking.

[0020] As mentioned above, although it is possible to make into magnitude comparable as a pixel pitch the field which emits light by giving an optical diffusion function to a sealing agent, it is also possible to develop this further, for example, to carry out color mixture of the three primary colors. This is a technique unrealizable in the conventional indicating equipment, and is ideal as a display. Drawing 11 shows the example which carries out color mixture of the three primary colors using the reflective mirror 11 and half mirror 12 which were prepared in the sealing agent 10. In this example, the sequential array of the red light emitting device 13, the green light emitting device 14, and the blue light emitting device 15 is carried out, and Openings 11A, 11B, and 11C are formed in the reflective mirror 11 corresponding to these light emitting devices. Although such opening is not prepared in a pixel it is continuously formed in the half mirror 12, opening 12A is prepared for every pixel, and it is constituted so that the color mixture between pixels may be prevented. When such a configuration is adopted, the light taken out from each light emitting devices 13, 14, and 15 repeats reflection with the reflective mirror 11 and a half mirror 12, and a luminescence field is expanded to field inboard, respectively. Consequently, the field where color mixture of three primary colors of R, G, and B was carried out is discovered as one pixel, and an ideal display is realized.

[0021] The above configurations are applicable to the display which estranged the light emitting device by expansion print, and arranged it. Then, a two-step expansion replica method is made into an example, and the display which lies this and is manufactured is explained. In this example, two steps of expansion imprints which imprint to the member for maintenance temporarily so that it may be in the condition of having estranged first the component attached on the first substrate with the high degree of integration rather than the condition that the component was attached on the first substrate, estrange further said component subsequently to the member for maintenance held temporarily, and imprint it on the second substrate are performed. In addition, although the imprint is made into two steps in this example, an imprint can also be made into three steps or the multistage story beyond it according to never [expansion / which estranges and arranges a component].

[0022] Drawing 12 is drawing showing the fundamental process of a two-step expansion replica method. First, a component 22 like a light emitting device is densely formed on the first substrate 20 shown in (a) of drawing 12. By

forming a component densely, the number of the components generated by per each substrate can be made [many], and product cost can be lowered. Although for example, a semi-conductor wafer, a glass substrate, a quartz-glass substrate, silicon on sapphire, a plastic plate, etc. are substrates in which component formation is possible variously, the first substrate 20 may form each component 22 directly on the first substrate 20, and may arrange what was formed on other substrates.

[0023] Next, as shown in (b) of drawing 12, each component 22 is imprinted from the first substrate 20 by the member 21 for maintenance temporarily which is shown by the drawing destructive line, and each component 22 is held on the member 21 for maintenance temporarily [this]. The component 22 which adjoins here is estranged and is allotted in the shape of a matrix like illustration. That is, a component 22 is imprinted so that between components may be extended also in the x directions, respectively, but it imprints so that between components may be extended also in the direction perpendicular to x directions of y, respectively. Especially the distance estranged at this time is not limited, but can be made into the distance which took into consideration resin section formation at a consecutive process, and formation of an electrode pad as an example. When it imprints from the first substrate 20 on the member 21 for maintenance temporarily, all the components on the first substrate 20 can be estranged and imprinted. In this case, the size of the member 21 for maintenance should just be more than the size that multiplied by the distance estranged in the number of the components 12 allotted in the shape of a matrix (x directions and the direction of y respectively) temporarily. Moreover, some components on the first substrate 20 are able to estrange and imprint on the member 21 for maintenance temporarily.

[0024] As shown in (c) of drawing 12 after such a first imprint process, since the component 22 which exists on the member 21 for maintenance temporarily is estranged, covering of the resin of the circumference of a component and formation of an electrode pad are performed every component 22. An electrode pad is made easy to form and covering of the resin of the circumference of a component is formed for making easy the handling by the following second imprint process etc. Since formation of an electrode pad is performed after the second imprint process which final wiring follows so that it may mention later, it is formed in comparatively oversized size so that poor wiring may not arise in that case. In addition, the electrode pad is not illustrated to (c) of drawing 12. The resin formation chip 24 (it is equivalent to the display device of this invention.) is formed because resin 23 covers the surroundings of each component 22. On a flat surface, although a component 22 is located in the center of abbreviation of the resin formation chip 24, it may exist in the location which inclined toward the one side and angle side.

[0025] Next, as shown in (d) of drawing 12, the second imprint process is performed. At this second imprint process, it imprints on the second substrate 25 so that the component 22 allotted in the shape of a matrix on the member 21 for maintenance temporarily may estrange further the whole resin formation chip 24.

[0026] Also in the second imprint process, the adjoining component 22 is estranged the whole resin formation chip 24, and is allotted in the shape of a matrix like illustration. That is, a component 22 is imprinted so that between components may be extended also in the x directions, respectively, but it imprints so that between components may be extended also in the direction perpendicular to x directions of y, respectively. Supposing the location of the component arranged by the second imprint process is a location corresponding to the pixel of final products, such as an image display device, the abbreviation integral multiple of the pitch between the original components 22 will serve as a pitch of the component 22 arranged by the second imprint process. When the dilation ratio of the estranged pitch in the member 21 for maintenance is set to n from the first substrate 20 here temporarily and the dilation ratio of the estranged pitch in the second substrate 25 is set to m from the member 21 for maintenance temporarily, the value E of an abbreviation integral multiple is expressed with $E=nxm$.

[0027] Wiring is given to each component 22 estranged the whole resin formation chip 24 on the second substrate 25. Wiring while obstructing a faulty connection as much as possible using the electrode pad formed previously at this time is made. As for this wiring, in the case of light emitting devices, such as light emitting diode, in the case of a liquid crystal controlling element, a component 22 includes a selection-signal line, an electrical-potential-difference line, wiring of an orientation electrode layer etc., etc. including wiring to p electrode and n electrode.

[0028] In the two-step expansion replica method shown in drawing 12, although an electrode pad, resin hammer pressing, etc. can be performed using the tooth space estranged after the first imprint and wiring is given after the second imprint, wiring while obstructing a faulty connection as much as possible using the electrode pad formed previously is made. Therefore, the yield of an image display device can be raised. Moreover, in the two-step expansion replica method of this example, the processes which estrange the distance between components are two processes, it is performing the expansion imprint of two or more processes which estrange the distance between such components, and the count of an imprint will become fewer in practice. Namely, if the dilation ratio of the estranged pitch in the member 21 for maintenance is set to 2 ($n=2$) from the first substrate 20 here temporarily and the dilation ratio of the estranged pitch in the second substrate 25 is set to 2 ($m=2$) from the member 21 for maintenance temporarily, temporarily Although the need that the last dilation ratio performs 16 imprints of the square, i.e., the alignment of the first substrate, 16 times by 2×4 times 2 arises in the time of imprinting in the range temporarily estranged by the imprint once The count of alignment can be managed only with a total of 8 times added simply [the first imprint process] 4 times with the two-step expansion replica method of this example. That is, only 2nm time can only reduce the count of an imprint from it being $2(n+m) = n^2 + 2nm + m^2$, when meaning the same imprint scale

factor. Therefore, a production process also serves as saving of time amount or cost by the count, especially it becomes useful when a dilation ratio is large.

[0029] Next, the resin formation chip 24 used as a display device in the above-mentioned two-step expansion replica method is explained. As this resin formation chip 24 is shown in drawing 13 and drawing 14, as for the resin formation chip 24, that main field is made into the shape of an abbreviation square by abbreviation plate-like. The configuration of this resin formation chip 24 is a configuration which hardened resin 23 and was formed, and after specifically applying non-hardened resin to the whole surface so that each component 22 may be included, and after hardening this, it is the configuration acquired by cutting a marginal part by dicing etc.

[0030] The electrode pads 26 and 27 are formed in a front-face [of abbreviation plate-like resin 23], and rear-face side, respectively. Formation of these electrode pads 26 and 27 forms conductive layers, such as a metal layer used as the ingredient of the electrode pads 26 and 27, and a polycrystalline silicon layer, in the whole surface, and it is formed by carrying out pattern NINGU with a photolithography technique at a necessary electrode configuration. These electrode pads 26 and 27 are formed so that it may connect with p electrode and n electrode of a component 22 which are a light emitting device, respectively, and a beer hall etc. is formed in resin 23 when required.

[0031] Although the electrode pads 26 and 27 are formed in the front-face [of the resin formation chip 24], and rear-face side here, respectively, it is also possible to form both electrode pads in one field. The location of the electrode pads 26 and 27 has shifted on a plate for making contact not lap at all from the bottom at the time of final wiring formation. The configuration of the electrode pads 26 and 27 is not limited to a square, either, but is good also as other configurations.

[0032] Handling becomes easy, in being able to extend the electrode pads 26 and 27 to a large field compared with a component 22 and advancing an imprint at the following second imprint process with an adsorption fixture, while the surroundings of a component 22 are covered with resin 23 and can form the electrode pads 26 and 27 with a sufficient precision by flattening with constituting such a resin formation chip 24. Since it is carried out after the second imprint process which final wiring follows so that it may mention later, poor wiring is beforehand prevented by performing wiring using the electrode pads 26 and 27 of comparatively oversized size.

[0033] Next, the structure of the light emitting device as an example of the component used with the above-mentioned two-step expansion replica method is shown in drawing 15. (a) of drawing 15 is a component sectional view, and (b) of drawing 15 is a top view. This light emitting device is the light emitting diode of a GaN system, for example, is a component by which crystal growth is carried out on silicon on sapphire. In the light emitting diode of such a GaN system, laser ablation arises by the laser radiation which penetrates a substrate, film peeling arises in the interface between silicon on sapphire and the growth phase of a GaN system in connection with the phenomenon which the nitrogen of GaN evaporates, and it has the description as for which isolation is made to an easy thing.

[0034] First, about the structure, the GaN layer 32 of the hexagon-head drill configuration by which selective growth was carried out is formed on the substrate growth phase 31 which consists of a GaN system semi-conductor layer. In addition, the part to which the insulator layer which is not illustrated existed on the substrate growth phase 31, and the GaN layer 32 of a 6 pyramid configuration carried out opening of the insulator layer -- MOCVD -- it is formed of law etc. This GaN layer 32 is a growth phase of the pyramid mold covered by the Sth page (the 1 to 101st page), when the principal plane of the silicon on sapphire used at the time of growth is made into C side, and it is the field which made silicon dope. The part of the Sth page toward which this GaN layer 32 inclined functions as a clad of terrorism structure to double. The InGaN layer 33 which is a barrier layer is formed so that the Sth page toward which the GaN layer 32 inclined may be covered, and the GaN layer 34 of a magnesium dope is formed in the outside. The GaN layer 34 of this magnesium dope also functions as a clad.

[0035] The p electrode 35 and the n electrode 36 are formed in such light emitting diode. The p electrode 35 vapor-deposits metallic materials, such as nickel/Pt/Au formed on the GaN layer 34 of a magnesium dope, or nickel(Pd) / Au, and is formed. In the part which carried out opening of the insulator layer which the above-mentioned does not exist, the n electrode 36 vapor-deposits metallic materials, such as Ti/aluminum/Pt/Au, and is formed. In addition, when performing n electrode ejection from the rear-face side of the substrate growth phase 31, formation of the n electrode 36 becomes unnecessary at the front-face side of the substrate growth phase 31.

[0036] the component for which the light emitting diode of such a GaN system of structure can also blue emit light -- is -- especially -- laser ablation -- it can exfoliate from silicon on sapphire comparatively easily, and alternative foliation is realized by irradiating a laser beam alternatively. In addition, as light emitting diode of a GaN system, it may be the structure where a barrier layer is formed in a monotonous top or band-like, and may be the thing of pyramid structure where C side was formed in the upper limit section. Moreover, you may be other nitride system light emitting devices, compound semiconductor elements, etc.

[0037] Next, the concrete technique of the array approach of the light emitting device-shown in drawing 12 is explained, referring to from drawing 16 to drawing 22. First, as shown in drawing 16, on the principal plane of the substrate 41, two or more light emitting diodes 42 are formed in the shape of a matrix. Magnitude of light emitting diode 42 can be set to about 20 micrometers. An ingredient with the high permeability of the wavelength of laser which irradiates the optical diode 42 like silicon on sapphire as a component of the first substrate 41 is used. Although p electrode is formed in light emitting diode 42, final wiring is not yet made, but 42g of slots of separation between components is formed, and each light emitting diode 42 is in the condition of being separable. Formation of

42g of this slot is performed by reactive ion etching. An alternative imprint is performed, as such first substrate 41 is confronted with the member 43 for maintenance temporarily and it is shown in drawing 16.

[0038] Stratum disjunctum 44 and the adhesives layer 45 turn into two-layer, and are formed in the field which stand face to face against the first substrate 41 of the member 43 for maintenance temporarily. As an example of the member 43 for maintenance, a glass substrate, a quartz-glass substrate, a plastic plate, etc. can be used, and a fluorine coat, silicone resin, water-soluble adhesives (for example, polyvinyl alcohol-VA), polyimide, etc. can be used as an example of the stratum disjunctum 44 on the member 43 for maintenance here temporarily. Moreover, the layer which consists of (ultraviolet-rays UV) hardening mold adhesives, thermosetting adhesive, or thermoplastic adhesive as an adhesives layer 45 of the member 43 for maintenance temporarily can be used. As an example, UV hardening mold adhesives as an adhesives layer 45 are applied by about 20-micrometer thickness after forming 4 micrometers of polyimide film as stratum disjunctum 44 temporarily, using a quartz-glass substrate as a member 43 for maintenance.

[0039] The adhesives layer 45 of the member 43 for maintenance is adjusted so that 45s of fields and non-hardened field 45y which were hardened may be intermingled, and alignment is carried out temporarily so that the light emitting diode 42 applied to a selection imprint at non-hardened field 45y may be located. What is necessary is for adjustment in which 45s of fields and non-hardened field 45y which were hardened are intermingled to carry out UV exposure for example, of the UV hardening mold adhesives in 200-micrometer pitch alternatively with an exposure machine, and just to change the place which imprints light emitting diode 42 into the condition of making it having hardened, by un-hardening except it. Laser is irradiated from the rear face of the first substrate 41 to the light emitting diode 42 of the location for an imprint after such alignment, and the light emitting diode 42 concerned is exfoliated from the first substrate 41 using laser ablation. From decomposing into metal Ga and nitrogen by the interface with sapphire, the light emitting diode 42 of a GaN system can exfoliate comparatively easily. As laser to irradiate, excimer laser, a higher-harmonic YAG laser, etc. are used.

[0040] By exfoliation using this laser ablation, it dissociates by the interface of a GaN layer and the first substrate 41, and as the light emitting diode 42 concerning selective irradiation thrusts p electrode section into the adhesives layer 45 of the opposite side, it is imprinted. About the light emitting diode 42 of the field where other laser is not irradiated, since it is the field s which the part of the corresponding adhesives layer 45 hardened and laser is not irradiated, either, it does not imprint temporarily at the member 43 side for maintenance. In addition, although laser radiation only of the one light emitting diode 42 is alternatively carried out in drawing 16, in the field estranged by n pitch, laser radiation of the light emitting diode 42 shall be carried out similarly. It estranges rather than the time of being arranged on the light emitting diode 42 first substrate 41 depending on such an alternative imprint, and is arranged on the member 43 for maintenance temporarily.

[0041] Light emitting diode 42 is in the condition held temporarily at the adhesives layer 45 of the member 43 for maintenance, the rear face of light emitting diode 42 is on n electrode side (cathode electrode side), and if the electrode pad 46 is formed as shown in drawing 17 since it is removed and washed so that there may be no resin (adhesives) in the rear face of light emitting diode 42, the electrode pad 46 will be electrically connected with the rear face of light emitting diode 42.

[0042] As an example of washing of the adhesives layer 45, etching and UV ozone exposure wash the resin for adhesives with the oxygen plasma. And since Ga deposits in the stripped plane when GaN system light emitting diode is exfoliated by laser from the first substrate 41 which consists of silicon on sapphire, it will be required to etch the Ga and it will carry out by the NaOH water solution or the aqua fortis. Then, patterning of the electrode pad 46 is carried out. The electrode pad by the side of the cathode at this time can be used as about 60-micrometer angle. As an electrode pad 46, ingredients, such as transparent electrodes (ITO and ZnO systems etc.) or Ti/aluminum/Pt/Au, are used. Since in the case of a transparent electrode luminescence is not interrupted even if it covers the rear face of light emitting diode greatly, patterning precision is coarse, big electrode formation can be performed, and a patterning process becomes easy.

[0043] The adhesives layer 45 hardened every light emitting diode 42 according to the dicing process is divided after formation of the above-mentioned electrode pad 46, and it considers as the resin formation chip corresponding to each light emitting diode 42. Here, the dicing which used the mechanical means, or the laser dicing using a laser beam performs a dicing process. Although it depends for the slitting width of face by dicing on the magnitude of the light emitting diode 42 covered in the adhesives layer 45 in the pixel of an image display device, occasionally it is required to perform processing by the laser using the above-mentioned laser beam whose slitting with narrow width of face of micrometers or less is the need, for example. At this time, excimer laser, a higher-harmonic YAG laser, carbon dioxide gas laser, etc. can be used as a laser beam.

[0044] After drawing 18 imprints light emitting diode 42 from the member 43 for maintenance to the second member 47 for momentary maintenance temporarily and forms the beer hall 50 by the side of an anode electrode (p electrode), forms the anode lateral electrode pad 49, and shows the condition of having carried out the dicing of the adhesives layer 45 which consists of resin. As a result of this dicing, the isolation slot 51 was formed and light emitting diode 42 is classified for every component. The isolation slot 51 consists of two or more parallel lines extended in all sections as a flat-surface pattern in order to separate each matrix-like light emitting diode 42. At the pars basilaris of the isolation slot 51, the front face of the second member 47 for momentary maintenance faces. The second member 47 for momentary maintenance is the so-called dicing sheet with which UV adhesion material is

applied to the plastic plate as an example, and if UV is irradiated, it can use that to which adhesion falls.

[0045] In addition, in the case of the above-mentioned imprint, excimer laser is irradiated from the rear face of an attachment component 43 temporarily [in_ which stratum disjunctum 44 was formed]. Thereby, in the case where polyimide is formed as stratum disjunctum 44, exfoliation occurs by the ablation of polyimide and each light emitting diode 42 is imprinted at the momentary second attachment component 47 side. Furthermore, as an example of the formation process of the above-mentioned anode electrode pad 49, it etches until p electrode of light emitting diode 42 front face exposes the front face of the adhesives layer 45 with the oxygen plasma. Formation of a beer hall 50 can use excimer laser, a higher-harmonic YAG laser, and carbon dioxide gas laser. At this time, a beer hall will open an about 3-7-micrometer diameter. The anode lateral electrode pad 49 is formed by nickel/Pt/Au etc.

[0046] Next, light emitting diode 42 exfoliates from the second member 47 for momentary maintenance using a mechanical means. At this time, stratum disjunctum 48 is formed on the second member 47 for momentary maintenance. This stratum disjunctum 48 can be created using for example, a fluorine coat, silicone resin, water-soluble adhesives (for example, PVA), polyimide, etc. For example, the 3rd higher-harmonic laser of YAG is irradiated from the rear face of an attachment component 47 temporarily [in_ which such stratum disjunctum 48 was formed]. Thereby, in the case where polyimide is formed as stratum disjunctum 48, exfoliation occurs by the ablation of polyimide in the interface of polyimide and a quartz substrate, and exfoliation of each light emitting diode 42 is easily attained from the second momentary attachment component 47 by the above-mentioned mechanical means.

[0047] Drawing 19 is drawing having shown the place which takes up the light emitting diode 42 arranged on the second member 47 for momentary maintenance with an adsorber 53. Opening of the adsorption hole 55 at this time is carried out to the pixel pitch of an image display device at the shape of a matrix, and they can adsorb light emitting diode 42 now by package. [many] Opening of the diameter of opening at this time is carried out to the shape of a matrix of 600-micrometer pitch by abbreviation phi100micrometer, and it can adsorb about 300 pieces by package. That to which the member of the adsorption hole 55 at this time carried out hole processing of the metal plates 52, such as a thing produced by nickel electrocasting or stainless steel (SUS), by etching is used, the adsorption chamber 54 is formed in the inner part of the adsorption hole 55 of a metal plate 52, and adsorption of light emitting diode 42 is attained by controlling this adsorption chamber 54 to negative pressure. It is covered by resin 43 in this phase, and abbreviation flattening of that top face is carried out, for this reason light emitting diode 42 can advance alternative adsorption by the adsorber 53 easily.

[0048] Drawing 20 is drawing having shown the place which imprints light emitting diode 42 to the second substrate 50. In case the second substrate 60 is equipped, the adhesives layer 56 is beforehand applied to the second substrate 50, the adhesives layer 56 of the light emitting diode 42 inferior surface of tongue can be stiffened, and the second substrate 60 can be made to fix and arrange light emitting diode 42. At the time of this wearing, the adsorption chamber 54 of an adsorber 53 will be in the condition that a pressure is high, and the integrated state by adsorption with an adsorber 53 and light emitting diode 42 will be released.

[0049] UV hardening mold adhesives, thermosetting adhesive, thermoplastic adhesive, etc. can constitute the adhesives layer 56. Here, this adhesives layer 56 gives the optical diffusion function in which the front face of the above-mentioned light emitting diode 42 was previously stated to the adhesives layer 56 concerned since it became a wrap sealing agent. For example, a diffusion bead is distributed in this adhesives layer 56. Or air bubbles are periodically formed in the adhesives layer 56. Or a reflective mirror and a half mirror are combined and formed.

[0050] The location where light emitting diode 42 is arranged becomes the member 43 for maintenance, and the thing arranged rather than the array on 47 temporarily. The energy (beam 73) which stiffens the resin of the adhesives layer 56 then is supplied from the rear face of the second substrate 60. In the case of UV hardening mold adhesives, it stiffens with UV irradiation equipment, and, in the case of thermosetting adhesive, only the inferior surface of tongue of light emitting diode 42 is stiffened by laser, and similarly, in laser radiation, a thermoplastic adhesive case carries out melting of the adhesives, and pastes up.

[0051] Moreover, the electrode layer 57 which functions also as a shadow mask is arranged on the second substrate 50, and the black chromium layer 58 is formed in the field of the side in which those who look at especially, the front face, i.e., display concerned, by the side of the screen of the electrode layer 57, are. While being able to raise the contrast of an image by doing in this way, the energy absorption coefficient in the black chromium layer 58 is made high, and the adhesives layer 56 can harden early by the beam 73 irradiated alternatively. In the case of UV hardening mold adhesives, about 1000 mJ/cm² is irradiated as UV irradiation at the time of this imprint.

[0052] Drawing 21 is drawing showing the condition of having made the second substrate 60 arranging the light emitting diodes 42, 61, and 62 of three colors of RGB, and having applied the insulating layer 59. The adsorber 53 used by drawing 19 and drawing 20 is used as it is, and if it mounts only by shifting the location mounted on the second substrate 60 in the location of the color, the pitch as a pixel can form the pixel which consists of three color pixel it has been fixed. As an insulating layer 59, a transparency epoxy adhesive, UV hardening mold adhesives, polyimide, etc. can be used. The light emitting diodes 42, 61, and 62 of three colors do not necessarily need to be the same configurations. Although red light emitting diode 61 is made into the structure where it does not have the GaN layer of a hexagon-head drill and other light emitting diodes 42 and 62 differ from the configuration of those in drawing 21, in this phase, each light emitting diodes 42, 61, and 62 are already covered by resin 43 as a resin nation chip, and the same handling is realized in spite of the difference in component structure.

[0053] Next, as shown in drawing 22, corresponding to the electrode layer 57 on the electrode pads 46 and 49 of light emitting diode 42, or the second substrate 60, in order to connect these electrically, openings (beer hall) 65, 66, 67, 68, 69, and 70 are formed, and wiring is formed further. Formation of this opening is also performed using a laser beam. Since area of the electrode pads 46 and 49 of light emitting diodes 42, 61, and 62 is enlarged, opening, i.e., the beer hall, formed at this time, a beer hall configuration is large and can be formed in a coarse precision compared with the beer hall which also forms the location precision of a beer hall in each light emitting diode directly. For example, the beer hall at this time can form an abbreviation $\phi 20$ micrometer thing to the electrode pads 46 and 49 of about 60 micrometer angle. Moreover, although it connects with the thing linked to a wiring substrate, the thing linked to an anode electrode, and a cathode electrode, since the depth of a beer hall H has three kinds of depth, in formation, this is controlled by the pulse number of laser, for example, opening of the optimal depth is carried out.

[0054] After forming openings 65, 66, 67, 68, 69, and 70 in an insulating layer 59, the wiring 63, 64, and 71 which connects the electrode layer 57 for wiring of the second substrate 60 with the anode of light emitting diodes 42, 61, and 62 and the electrode pad of a cathode is formed. Then, a protective layer is formed on wiring and the panel of an image display device is completed. The protective layer at this time can use ingredients, such as a transparency epoxy adhesive, like the insulating layer 59 of drawing 20. Heat hardening is carried out and this protective layer is completely a wrap about wiring. Then, a driver IC will be connected from wiring of a panel edge, and a drive panel will be manufactured.

[0055] In the array approach of the above light emitting devices, when light emitting diode 42 is made to hold to the member 43 for maintenance temporarily, distance between components is enlarged and already becomes possible [forming the electrode pads 46 and 49 of size etc. comparatively using the spreading spacing]. Since wiring using the electrode pads 46 and 49 with these big comparison-size is performed, even if it is the case that the size of final equipment is remarkable and big, as compared with component size, wiring can be formed easily. Moreover, by the array approach of the light emitting device of this example, while being covered with the adhesives layer 45 which the perimeter of light emitting diode 42 hardened and being able to form the electrode pads 46 and 49 with a sufficient precision by flattening, in being able to extend the electrode pads 46 and 49 to a large field compared with a component and advancing an imprint at the following second imprint process with an adsorption fixture, handling becomes easy.

[0056] In the display produced by the above, a light emitting diode 42 estranges, and is arranged, and the array pitch is larger than the magnitude of itself. Then, an optical diffusion function is given for light emitting diode 42, the sealing agent 56, i.e., the adhesives layer, of the wrap outermost surface, a luminescence field is expanded, and display quality is improved. Drawing 23 shows the example which formed the half mirror 82 in the front face by the side of the second substrate 60 of the adhesives layer 56 for the reflective mirror 81 which has opening 81a in the location near the light emitting diode 42 of the above-mentioned adhesives layer 56 again. The light emitted from light emitting diode 42 repeats transparency and reflection with a half mirror 82, and is expanded to field inboard. In addition, although considered as the combination of the reflective mirror 81 and a half mirror 82 here, a diffusion lead as shown in the adhesives layer 56 at drawing 8 is distributed, and it may be made to expand a luminescence field, and air bubbles with periodicity as shown in drawing 10 are formed, the principle of a photograph nick crystal is applied, and you may make it expand a luminescence field.

[0057]

Effect of the Invention] Since the optical diffusion function is given to the wrap sealing agent for the light emitting device in this invention so that clearly also from the above explanation, it is possible to offer the display in which it is possible to expand the luminescence field of a light emitting device to the same extent as an array pitch, and the display excellent in the fine sight is possible. Moreover, according to this invention, it is possible to ease the luminous-radiation property resulting from the configuration of a light emitting device, it is possible to improve the homogeneity over an angle of visibility, and it is still more possible to improve optical ejection effectiveness, to set up the magnitude of a pixel freely, etc.

translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-29654

(P2003-29654A)

(43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 9 F 9/00	3 1 3	G 0 9 F 9/00	3 1 3 5 C 0 9 4
		9/33	Z 5 F 0 4 1
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N 5 G 4 3 5

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-211255(P2001-211255)

(22) 出願日 平成13年7月11日 (2001.7.11)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 友田 勝寛

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 大畑 豊治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 100110434

弁理士 佐藤 勝

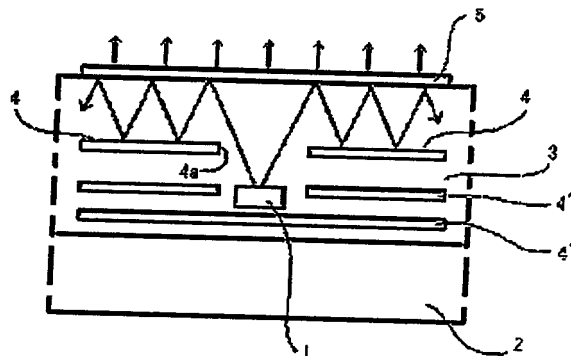
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】 発光素子による発光領域を拡大することを可能とし、美観に優れた表示を実現する。

【解決手段】 発光素子が隣間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置である。封止材には光拡散機能が付与されている。光拡散機能を付与するには、封止材に反射ミラー及びハーフミラーを設ける方法、封止材に当該封止材とは屈折率の異なる微粒子を分散する方法、封止材に気泡を分散形成する方法などの手法を採用する。封止材に光拡散機能を付与することにより、発光素子による発光領域が実質的に拡大され、例えば発光素子の配列ピッチと同程度の大きさとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光素子が離間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置において、前記封止材に光拡散機能が付与されていることを特徴とする表示装置。

【請求項2】 上記封止材に反射ミラー及びハーフミラーを設けることにより上記光拡散機能が付与されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項3】 上記ハーフミラーの反射率及び透過率を調整することにより、画素の大きさが調整されていることを特徴とする請求項2記載の表示装置。

【請求項4】 上記ハーフミラーに凹凸が形成されていることを特徴とする請求項2記載の表示装置。

【請求項5】 上記封止材に当該封止材とは屈折率の異なる微粒子を分散することにより上記光拡散機能が付与されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項6】 上記封止材に気泡を分散形成することにより上記光拡散機能が付与されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項7】 上記発光素子は、先細り形状となる先端部を有し、これとは反対側の底面から光が取り出されることを特徴とする請求項1記載の表示素子。

【請求項8】 上記先端部は、円錐形状または多角錐形状であることを特徴とする請求項7記載の表示素子。

【請求項9】 上記発光素子は、窒化物半導体を用いた半導体素子であることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項10】 赤色発光素子、緑色発光素子及び青色発光素子が配列され、これら3つの発光素子から発光される3色の光が上記光拡散機能により混色されることを特徴とする請求項1記載の表示素子。

【請求項11】 上記発光素子は、拡大転写により離間して配列されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項12】 上記拡大転写は二段階拡大転写であることを特徴とする請求項11記載の表示装置。

【請求項13】 上記発光素子は、樹脂で固められた樹脂形成チップの状態で配列されていることを特徴とする請求項1記載の表示装置。

【請求項14】 発光素子が離間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置において、前記封止材にフォトニック結晶としての性質が付与されていることを特徴とする表示装置。

【請求項15】 上記封止材に気泡が周期的に形成され、フォトニック結晶としての性質が付与されていることを特徴とする請求項14記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光素子が離間して配列される表示素子に関するものであり、特に、光拡

散機能を付与することにより発光領域を拡大した表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 発光素子をマトリクス状に配列して画像表示装置に組み上げる場合には、従来、液晶表示装置（LCD：Liquid Crystal Display）やプラズマディスプレイパネル（PDP：Plasma Display Panel）のように基板上に直接素子を形成するか、あるいは発光ダイオードディスプレイ（LEDディスプレイ）のように単体のLEDパッケージを配列することが行われている。例えば、LCD、PDPの如き画像表示装置においては、素子分離ができないために、製造プロセスの当初から各素子はその画像表示装置の画素ピッチだけ間隔を空けて形成することが通常行われている。

【0003】 一方、LEDディスプレイの場合には、LEDチップをダイシング後に取り出し、個別にワイヤーボンドもしくはフリップチップによるパンプ接続により外部電極に接続し、パッケージ化することが行われている。この場合、パッケージ化の前もしくは後に画像表示装置としての画素ピッチに配列されるが、この画素ピッチは素子形成時の素子のピッチとは無関係である。

【0004】 発光素子であるLED（発光ダイオード）は高価である為、1枚のウェハから数多くのLEDチップを製造することによりLEDを用いた画像表示装置を低コストにできる。すなわち、LEDチップの大きさを従来約300μm角のものを数十μm角のLEDチップにして、それを接続して画像表示装置を製造すれば画像表示装置の価格を下げることができる。そこで各素子を集積度高く形成し、各素子を広い領域に転写などによって離間させながら移動させ、画像表示装置などの比較的大きな表示装置を構成する技術が有り、例えば米国特許第5438241号に記載される薄膜転写法や、特開平11-142878号に記載される表示用トランジスタアレイパネルの形成方法などの技術が知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のように発光ダイオードを離間して配列した表示装置においては、各画素を構成する発光ダイオードの発光領域が配列ピッチに比べて著しく小さいので、画面を観察したときに各発光ダイオードが輝点として目立ってしまい、画像品位を大幅に損なうという問題がある。画面全体が平均すると適正な明るさであっても、発光ダイオードが小さいとその部分だけが眩しく映り、美観に優れた表示は難しい。

【0006】 本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、発光素子による発光領域を拡大することが可能で、美観に優れた表示が可能な表示装置を提供することを目的とする。また、発光素子の形状に起因する光放射特性を緩和することが可能で、視野角に対する均一性を向上することが可能な表示装置を提供す

ることを目的とする。さらに、光取り出し効率を向上したり、画素の大きさを自由に設定したりすることが可能な表示装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、本発明の表示装置は、発光素子が離間して配列され、その表面が封止材で覆われてなる表示装置において、前記封止材に光拡散機能が付与されていることを特徴とするものである。光拡散機能を付与するには、封止材に反射ミラー及びハーフミラーを設ける、封止材に当該封止材とは屈折率の異なる微粒子を分散する、封止材に気泡を分散形成するなどの手法を採用すればよい。

【0008】上記封止材に光拡散機能を付与することにより、発光素子による発光領域が実質的に拡大され、発光素子の配列ピッチと同程度の大きさとなる。その結果、発光素子が輝点として目立つことがなくなり、画面全体が光って見え、美観に優れた表示が実現される。また、光拡散機能を付与する手法毎に様々な利点が出現される。例えば、反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにおいて、ハーフミラーの反射率、透過率を調整することで、画素の大きさが自由に設定される。また、屈折率の異なる微粒子や気泡を分散することで、発光素子の形状などに起因する光放射方向特性が緩和され、視野角に対する均一性が向上する。さらに、これら微粒子や気泡を特定の周期性に従って形成すれば、フォトニック結晶としての性質が発現され、光取り出し効率が向上する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した表示装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0010】本発明の表示装置は、例えば発光ダイオードなどの発光素子を基板上にマトリクス状に配列し、これらを選択的に駆動して画像の表示を行なうものである。発光素子は、離間して配列されており、配列ピッチは各発光素子の大きさよりも大きい。また、発光素子の表面は、封止材によって覆われ保護されている。このように発光素子を離間して配列した場合、そのままでは画面を観察したときに各発光素子が輝点として目立ってしまう。そこで、本発明では、発光素子を覆う封止材に光拡散機能を付与し、これを解消している。光拡散機能を付与するための具体的構成としては、種々の構成が挙げられるが、先ず、これら光拡散機能を付与するための基本的な構成例について説明する。

【0011】図1は、反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにより光拡散機能を付与した例を示すものである。発光素子1は基板2上に実装されており、その表面は封止材3で覆われている。本例では、発光素子1の光取り出し側近傍に反射ミラー4を配するとともに、封止材3の表面にハーフミラー5を形成し、これら反射ミラー4とハーフミラー5間で反射を繰り返すことにより発光素子1からの光が面内方向で広がるようにしている。

【0012】上記反射ミラー4は、上記発光素子1の光取り出し面1aよりもやや前方に設けられ、発光素子1に対応して開口部4aが形成されている。なお、反射ミラー4は、必ずしも発光素子1の光取り出し面1aより前方に設ける必要はなく、開口部4aと同じ位置（図中4'で示す位置）でもよいし、開口部4aの後方（図中4''で示す位置）であってもよい。特に、反射ミラー4を開口部4aの後方に配置するようにすれば、反射ミラー4に開口部を設けなくともよく、この場合、発光素子1の裏面側への光も一部取り出すことができるので、効率を向上することができる。ハーフミラー5は、上記反射ミラー4と対向して封止材3の最表面に形成されているが、上記反射ミラー4のように開口部は設けられていない。このように構成すると、発光素子1から発せられた光は、先ず、上記ハーフミラー5に照射され、一部はそのまま透過し、残りの光はハーフミラー5によって反射される。ハーフミラー5で反射された光は、反射ミラー4によって反射され、再びハーフミラー5に照射される。すると、一部はそのまま透過し、残りの光は反射される。これを繰り返すことにより、発光素子1の光は面内方向に拡大され、画素サイズが拡大される。

【0013】この様子を示すのが図2である。上記反射ミラー4とハーフミラー5によって発光素子1の光を拡大することにより、図中斜線領域で示す発光領域が個々の発光素子1のサイズに比べて格段に大きくなり、画面全体が発光して美観に優れた画像表示が実現される。上記のような反射ミラー4やハーフミラー5を設けず光拡散機能を付与しない場合には、図3に示すように発光領域は発光素子1の大きさに限られ、発光素子1の配列ピッチに比べて小さいことから、発光素子1のみが輝点として目立ってしまう、美観を損ねる結果となる。

【0014】上記のように反射ミラー4とハーフミラー5の組み合わせで発光素子1の光を拡大する場合、ハーフミラー5の反射率、透過率を調整することにより画素サイズを自由に設定することも可能である。例えば、ハーフミラー5の反射率を小（透過率は大）とすると、少ない反射回数で大部分の光がハーフミラー5を透過し、ハーフミラー5を透過する透過光分布は図4に示すように狭くなり、画素サイズは小さくなる。逆に、ハーフミラー5の反射率を大（透過率是小）とすると、反射を繰り返す光の量が多くなり、ハーフミラー5を透過する透過光分布は図5に示すように広くなり、画素サイズは大きくなる。

【0015】また、図6に示すように、上記ハーフミラー5に凹凸を設けることにより、このハーフミラー5を透過する光の方向性を制御することも可能である。例えば、封止材3の表面にテクスチャを施し、この上に形成されるハーフミラー5に光が垂直方向に出やすいような凹凸を付与することにより、光放射方向が画面に対して垂直方向になり、画面正面からの視認性が大幅に改善さ

れる。

【0016】上記テクスチャは必ずしもランダムなテクスチャでなくてもよく、例えば発光素子1の形状などに起因して特定の方向に強く光が出る場合には、光放射方向の特徴を把握してこれをキャンセルするような周期性を持ったテクスチャを付与することも可能である。図7は、このような例を示すものである。この例では、発光素子1は、一方向が収束する先細り形状（例えば円錐形状や多角錐形状）となっており、その底面から光が取り出されるが、図中斜線領域の光が強く出る。そこで、この斜線領域に対応して、散乱しやすい領域5aをテクスチャにより形成すれば、あるいは反射率の高い領域5aを形成すれば、ハーフミラー5を透過する光の強度を均一化することができ、また発光素子1の形状などに起因する光放射方向特性を改善し視野角に対する均一性を向上することができる。

【0017】以上の例では、反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにより封止材に光拡散機能を付与するようにしたが、これに限らず種々の方法により光拡散機能を付与することが可能である。図8は、封止材3に拡散ビーズ6を分散し、光拡散機能を付与した例を示すものである。拡散ビーズ6は、封止材3とは屈折率の異なる微小粒子であり、その形状は球形、もしくはそれに順ずる形状である。勿論、他の形状であってもよい。かかる拡散ビーズ6を封止材3に分散しておくと、図9に示すように、発光素子1から取り出された光は、拡散ビーズ6によって乱反射され、封止材3を透過した後は、光強度が均一化される。その結果、発光素子1の形状などに起因する光放射方向特性が改善され、視野角に対する均一性が向上する。

【0018】図10は、封止材にフォトニック結晶の原理を応用し、光拡散機能を付与した例を示すものである。周期的な屈折率の分布をもたせた場合、この周期性を有する方向に当該周期性で決まる特定範囲の波長の光が伝播できない。これがフォトニック結晶の原理である。例えば、単なる拡散ビーズではなく、屈折率の大きな封止材に対してサブミクロンオーダーの気泡（屈折率1）7を周期的に形成すれば、フォトニック結晶的な性質が出現し、単なる拡散・散乱ではなく、構方向の光も取り出すことができ、光の取り出し効率そのものが向上する。また、封止材と屈折率の異なる微粒子などを周期的に分散してもフォトニック結晶的な性質を得ることができる。勿論、これらに限らず、屈折率（誘電率）が大きく異なる2種類の透明な媒質を光波長程度の周期で規則正しく配置してフォトニック結晶としての性質を発現するものであれば如何なるものであってもよい。

【0019】フォトニック結晶を利用して発光デバイスの発光効率、光取り出し効率を向上させるという技術は、既に各方面で研究されているが、これらはいずれも発光素子そのものの、すなわち半導体自体に三角格子状に

穴をあけるなどの穴あけ加工を施し、フォトニック結晶とするというのが通常である。この場合、穴をあけた部分の半導体が無駄になる。本例は、発光素子1を保護する封止材をフォトニック結晶とし、発光効率、光取り出し効率を向上するものであり、高価な半導体を無駄にすることがなく、これまでにない新規な発想に基づくものである。

【0020】上記のように、封止材に光拡散機能を付与することにより、発光する領域を画素ピッチと同程度の大きさとするのが可能であるが、さらにこれを発色させて、例えば3原色を混色することも可能である。これは、従来の表示装置では実現することのできない技術であり、ディスプレイとしては理想的である。図11は、封止材10に設けられた反射ミラー11及びハーフミラー12を用いて3原色を混色する例を示すものである。この例では、赤色発光素子13、緑色発光素子14、青色発光素子15が順次配列されており、反射ミラー11にはこれら発光素子に対応して開口部11A、11B、11Cが設けられている。ハーフミラー12には、画素内においてはこのような開口部は設けられておらず、連続的に形成されているが、画素毎に開口部12Aが設けられており、画素間の混色を防ぐように構成されている。このような構成を採用した場合、各発光素子13、14、15から取り出された光は、反射ミラー11及びハーフミラー12によって反射を繰り返して、発光領域がそれぞれ面内方向に拡大される。その結果、R、G、Bの3原色が混色された領域が1つの画素として発現し、理想的な表示が実現される。

【0021】以上のような構成は、発光素子を拡大転写により離間して配列した表示装置などに適用することができる。そこで、二段階拡大転写法を例にして、これを応用して製造される表示装置について説明する。本例では、先ず、高集積度をもって第一基板上に作成された素子を第一基板上で素子が配列された状態よりは離間した状態となるように一時保持用部材に転写し、次いで一時保持用部材に保持された前記素子をさらに離間して第二基板上に転写する二段階の拡大転写を行う。なお、本例では転写を2段階としているが、素子を離間して配置する拡大度に応じて転写を三段階やそれ以上の多段階とすることもできる。

【0022】図12は二段階拡大転写法の基本的な工程を示す図である。まず、図12の(a)に示す第一基板20上に、例えば発光素子のような素子22を密に形成する。素子を密に形成することで、各基板当たりに生成される素子の数を多くすることができ、製品コストを下げることができる。第一基板20は例えば半導体ウエハ、ガラス基板、石英ガラス基板、サファイア基板、プラスチック基板などの種々素子形成可能な基板であるが、各素子22は第一基板20上に直接形成したものであっても良く、他の基板上で形成されたものを配列したもので

あっても良い。

【0023】次に図12の(b)に示すように、第一基板20から各素子22が図中破線で示す一時保持用部材21に転写され、この一時保持用部材21の上に各素子22が保持される。ここで隣接する素子22は離間され、図示のようにマトリクス状に配される。すなわち素子22はx方向にもそれぞれ素子22の間を広げるように転写されるが、x方向に垂直なy方向にもそれぞれ素子22の間を広げるように転写される。このとき離間される距離は、特に限定されず、一例として後続の工程での樹脂部形成や電極パッドの形成を考慮した距離とすることができる。一時保持用部材21上に第一基板20から転写した際に第一基板20上の全部の素子が離間されて転写されるようにすることができる。この場合には、一時保持用部材21のサイズはマトリクス状に配された素子12の数(x方向、y方向にそれぞれ)に離間した距離を乗じたサイズ以上であれば良い。また、一時保持用部材21上に第一基板20上の一部の素子が離間されて転写されるようにすることも可能である。

【0024】このような第一転写工程の後、図12の(c)に示すように、一時保持用部材21上に存在する素子22は離間されていることから、各素子22毎に素子22の周囲の樹脂の被覆と電極パッドの形成が行われる。素子22の周囲の樹脂の被覆は電極パッドを形成しやすく、次の第二転写工程での取り扱いを容易にするなどのために形成される。電極パッドの形成は、後述するように、最終的な配線が続く第二転写工程の後に行われるため、その際に配線不良が生じないように比較的大き目のサイズに形成されるものである。なお、図12の(c)には電極パッドは図示していない。各素子22の周囲を樹脂23が覆うことで樹脂形成チップ24(本発明の表示素子に相当する。)が形成される。素子22は平面上、樹脂形成チップ24の略中央に位置するが、一方の辺や角側に偏った位置に存在するものであっても良い。

【0025】次に、図12の(d)に示すように、第二転写工程が行われる。この第二転写工程では一時保持用部材21上でマトリクス状に配される素子22が樹脂形成チップ24ごと更に離間するように第二基板25上に転写される。

【0026】第二転写工程においても、隣接する素子22は樹脂形成チップ24ごと離間され、図示のようにマトリクス状に配される。すなわち素子22はx方向にもそれぞれ素子22の間を広げるように転写されるが、x方向に垂直なy方向にもそれぞれ素子22の間を広げるように転写される。第二転写工程によって配置された素子の位置が画像表示装置などの最終製品の画素に対応する位置であるとすると、当初の素子22間のピッチの略整数倍が第二転写工程によって配置された素子22のピッチとなる。ここで第一基板20から一時保持用部材21での離間したピッチの拡大率をnとし、一時保持用部材21か

ら第二基板25での離間したピッチの拡大率をmとすると、略整数倍の値Eは $E = n \times m$ であらわされる。

【0027】第二基板25上に樹脂形成チップ24ごと離間された各素子22には、配線が施される。この時、先に形成した電極パッド等を利用して接続不良を極力抑えながらの配線がなされる。この配線は例えば素子22が発光ダイオードなどの発光素子の場合には、p電極、n電極への配線を含み、液晶制御素子の場合には、選択信号線、高圧線や、配向電極線などの配線等を含む。

【0028】図12に示した二段階拡大転写法においては、第一転写後の離間したスペースを利用して電極パッドや樹脂固めなどを行うことができ、そして第二転写後に配線が施されるが、先に形成した電極パッド等を利用して接続不良を極力抑えながらの配線がなされる。従って、画像表示装置の歩留まりを向上させることができる。また、本例の二段階拡大転写法においては、素子間の距離を離間する工程が2工程であり、このような素子間の距離を離間する複数工程の拡大転写を行うことで、実際は転写回数が減ることになる。すなわち、例えば、ここで第一基板20から一時保持用部材21での離間したピッチの拡大率を2($n=2$)とし、一時保持用部材21から第二基板25での離間したピッチの拡大率を2($m=2$)とすると、仮に一度の転写で拡大した範囲に転写しようとしたときでは、最終拡大率が 2×2 の4倍で、その二乗の16回の転写すなわち第一基板のアライメントを16回行う必要が生ずるが、本例の二段階拡大転写法では、アライメントの回数は第一転写工程での拡大率2の二乗の4回と第二転写工程での拡大率2の二乗の4回を単純に加えただけの計8回で済むことになる。即ち、同じ転写倍率を意図する場合においては、 $(n+m)^2 = n^2 + 2nm + m^2$ であることから、必ず $2nm$ 回だけ転写回数を減らすことができることになる。従って、製造工程も回数分だけ時間や経費の節約となり、特に拡大率の大きい場合に有益となる。

【0029】次に、上記二段階拡大転写法において表示素子として用いられる樹脂形成チップ24について説明する。この樹脂形成チップ24は、図13及び図14に示すように、樹脂形成チップ24は略平板状でその主たる面が略正方形とされている。この樹脂形成チップ24の形状は樹脂23を固めて形成された形状であり、具体的には未硬化の樹脂を各素子22を含むように全面に塗布し、これを硬化した後で縁の部分でダイシング等で切断することで得られる形状である。

【0030】略平板状の樹脂23の表面側と裏面側にはそれぞれ電極パッド26、27が形成される。これら電極パッド26、27の形成は全面に電極パッド26、27の材料となる金属層や多結晶シリコン層などの導電層を形成し、フォトリソグラフィ技術により所要の電極形状にパターンニングすることで形成される。これら電極パッド26、27は発光素子である素子22のp電極

とn電極にそれぞれ接続するように形成されており、必要な場合には樹脂23にビアホールなどが形成される。

【0031】ここで電極パッド26、27は樹脂形成チップ24の表面側と裏面側にそれぞれ形成されているが、一方の面に両方の電極パッドを形成することも可能である。電極パッド26、27の位置が平板上ずれているのは、最終的な配線形成時に上側からコンタクトをとっても重ならないようにするためである。電極パッド26、27の形状も正方形に限定されず他の形状としても良い。

【0032】このような樹脂形成チップ24を構成することで、素子22の周りが樹脂23で被覆され平坦化によって精度良く電極パッド26、27を形成できるとともに素子22に比べて広い領域に電極パッド26、27を延在でき、次の第二転写工程での転写を吸着治具で進める場合には取り扱いが容易になる。後述するように、最終的な配線が続く第二転写工程の後に行われるため、比較的大き目のサイズの電極パッド26、27を利用した配線を行うことで、配線不良が未然に防止される。

【0033】次に、上記二段階拡大転写法で使用される素子の一例としての発光素子の構造を図15に示す。図15の(a)が素子断面図であり、図15の(b)が平面図である。この発光素子はGaN系の発光ダイオードであり、たとえばサファイア基板上に結晶成長される素子である。このようなGaN系の発光ダイオードでは、基板を透過するレーザ照射によってレーザアブレーションが生じ、GaNの窒素が気化する現象にともなってサファイア基板とGaN系の成長層との間の界面で剥離が生じ、素子分離を容易なものにできる特徴を有している。

【0034】まず、その構造については、GaN系半導体層からなる下地成長層31上に選択成長された六角錐形状のGaN層32が形成されている。なお、下地成長層31上には図示しない絶縁膜が存在し、六角錐形状のGaN層32はその絶縁膜を開口した部分にMOCVD法などによって形成される。このGaN層32は、成長時に使用されるサファイア基板の主面をC面とした場合にS面(1-101面)で覆われたピラミッド型の成長層であり、シリコンをドーピングさせた領域である。このGaN層32の傾斜したS面の部分はダブルヘテロ構造のクラッドとして機能する。GaN層32の傾斜したS面を覆うように活性層であるInGaN層33が形成されており、その外側にマグネシウムドーピングのGaN層34が形成される。このマグネシウムドーピングのGaN層34もクラッドとして機能する。

【0035】このような発光ダイオードには、p電極35とn電極36が形成されている。p電極35はマグネシウムドーピングのGaN層34上に形成されるNi/Pt/AuまたはNi(Pd)/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。n電極36は前述の図示しない

絶縁膜を開口した部分でTi/Al/Pt/Auなどの金属材料を蒸着して形成される。なお、下地成長層31の裏面側からn電極取り出しを行う場合は、n電極36の形成は下地成長層31の表面側には不要となる。

【0036】このような構造のGaN系の発光ダイオードは、青色発光も可能な素子であって、特にレーザアブレーションによって比較的簡単にサファイア基板から剥離することができ、レーザビームを選択的に照射することで選択的な剥離が実現される。なお、GaN系の発光ダイオードとしては、平板上や常時に活性層が形成される構造であっても良く、上端部にC面が形成された角錐構造のものであっても良い。また、他の窒化物系発光素子や化合物半導体素子などであっても良い。

【0037】次に、図16から図22までを参照しながら、図12に示す発光素子の配列方法の具体的手法について説明する。まず、図16に示すように、第一基板41の主面上には複数の発光ダイオード42がマトリクス状に形成されている。発光ダイオード42の大きさは約20μm程度とすることができる。第一基板41の構成材料としてはサファイア基板などのように光ダイオード42に照射するレーザの波長の透過率の高い材料が用いられる。発光ダイオード42にはp電極などまでは形成されているが最終的な配線は未だなされておらず、素子間分離の溝42gが形成されていて、個々の発光ダイオード42は分離できる状態にある。この溝42gの形成は例えば反応性イオンエッチングで行う。このような第一基板41を一時保持用部材43に対峙させて図16に示すように選択的な転写を行う。

【0038】一時保持用部材43の第一基板41に対峙する面には剥離層44と接着剤層45が2層になって形成されている。ここで一時保持用部材43の例としては、ガラス基板、石英ガラス基板、プラスチック基板などを用いることができ、一時保持用部材43上の剥離層44の例としては、フッ素コート、シリコーン樹脂、水溶性接着剤(例えばポリビニルアルコール：PVA)、ポリイミドなどを用いることができる。また一時保持用部材43の接着剤層45としては紫外線(UV)硬化型接着剤、熱硬化性接着剤、熱可塑性接着剤のいずれかからなる層を用いることができる。一例としては、一時保持用部材43として石英ガラス基板を用い、剥離層44としてポリイミド膜4μmを形成後、接着剤層45としてのUV硬化型接着剤を約20μm厚で塗布する。

【0039】一時保持用部材43の接着剤層45は、硬化した領域45sと未硬化領域45yが混在するように調整され、未硬化領域45yに選択転写にかかる発光ダイオード42が位置するように位置合わせされる。硬化した領域45sと未硬化領域45yが混在するような調整は、例えばUV硬化型接着剤を露光機にて選択的に200μmピッチでUV露光し、発光ダイオード42を転写するところは未硬化でそれ以外は硬化させてある状態

にすればよい。このようなアライメントの後、転写対象位置の発光ダイオード42に対しレーザを第一基板41の裏面から照射し、当該発光ダイオード42を第一基板41からレーザアブレーションを利用して剥離する。Ga N系の発光ダイオード42はサファイアとの界面で金属のGaと窒素に分解することから、比較的簡単に剥離できる。照射するレーザとしてはエキシマレーザ、高調波YAGレーザなどが用いられる。

【0040】このレーザアブレーションを利用した剥離によって、選択照射にかかる発光ダイオード42はGa N層と第一基板41の界面で分離し、反対側の接着剤層45にp電極部分を突き刺すようにして転写される。他のレーザが照射されない領域の発光ダイオード42については、対応する接着剤層45の部分が硬化した領域であり、レーザも照射されていないために、一時保持用部材43側に転写されることはない。なお、図16では1つの発光ダイオード42だけが選択的にレーザ照射されているが、nピッチ分だけ離間した領域においても同様に発光ダイオード42はレーザ照射されているものとする。このような選択的な転写によっては発光ダイオード42第一基板41上に配列されている時よりも離間して一時保持用部材43上に配列される。

【0041】発光ダイオード42は一時保持用部材43の接着剤層45に保持された状態で、発光ダイオード42の裏面がn電極側(カソード電極側)になっていて、発光ダイオード42の裏面には樹脂(接着剤)がないように除去、洗浄されているため、図17に示すように電極パッド46を形成すれば、電極パッド46は発光ダイオード42の裏面と電気的に接続される。

【0042】接着剤層45の洗浄の例としては酸素プラズマで接着剤用樹脂をエッチング、UVオゾン照射にて洗浄する。かつ、レーザにてGa N系発光ダイオードをサファイア基板からなる第一基板41から剥離したときには、その剥離面にGaが析出しているため、そのGaをエッチングすることが必要であり、NaOH水溶液もしくは希硝酸で行うことになる。その後、電極パッド46をパターンニングする。このときのカソード側の電極パッドは約60 μ m角とすることができる。電極パッド46としては透明電極(ITO、ZnO系など)もしくはTi/Al/Pt/Auなどの材料を用いる。透明電極の場合は発光ダイオードの裏面を大きく覆っても発光をさえないので、パターンニング精度が粗く、大きな電極形成ができ、パターンニングプロセスが容易になる。

【0043】上記電極パッド46の形成の後、ダイシングプロセスにより発光ダイオード42毎に硬化した接着剤層45を分断し、各発光ダイオード42に対応した樹脂形成チップとする。ここで、ダイシングプロセスは、機械的手段を用いたダイシング、あるいはレーザビームを用いたレーザダイシングにより行う。ダイシングによ

る切り込み幅は画像表示装置の画素内の接着剤層45で覆われた発光ダイオード42の大きさに依存するが、例えば20 μ m以下の幅の狭い切り込みが必要なときには、上記レーザビームを用いたレーザによる加工を行うことが必要である。このとき、レーザビームとしては、エキシマレーザ、高調波YAGレーザ、炭酸ガスレーザなどを用いることができる。

【0044】図18は一時保持用部材43から発光ダイオード42を第二の一時保持用部材47に転写して、アノード電極(p電極)側のビアホール50を形成した後、アノード側電極パッド49を形成し、樹脂からなる接着剤層45をダイシングした状態を示している。このダイシングの結果、素子分離溝51が形成され、発光ダイオード42は素子ごとに分けられたものになる。素子分離溝51はマトリクス状の各発光ダイオード42を分離するため、平面パターンとしては縦横に延長された複数の平行線からなる。素子分離溝51の底部では第二の一時保持用部材47の表面が露む。第二の一時保持用部材47は、一例としてプラスチック基板にUV粘着材が塗布してある。いわゆるダイシングシートであり、UVが照射されると粘着力が低下するものを利用できる。

【0045】なお、上記転写の際には、剥離層44を形成した一時保持部材43の裏面からエキシマレーザを照射する。これにより、例えば剥離層44としてポリイミドを形成した場合では、ポリイミドのアブレーションにより剥離が発生して、各発光ダイオード42は第二の一時保持部材47側に転写される。さらに、上記アノード電極パッド49の形成プロセスの例としては、接着剤層45の表面を酸素プラズマで発光ダイオード42表面のp電極が露出してくるまでエッチングする。ビアホール50の形成はエキシマレーザ、高調波YAGレーザ、炭酸ガスレーザを用いることができる。このとき、ビアホールは約3~7 μ mの径を開けることになる。アノード側電極パッド49はNi/Pt/Auなどで形成する。

【0046】次に、機械的手段を用いて発光ダイオード42が第二の一時保持用部材47から剥離される。このとき、第二の一時保持用部材47上には剥離層48が形成されている。この剥離層48は例えばフッ素コート、シリコン樹脂、水溶性接着剤(例えばPVA)、ポリイミドなどを用いて作成することができる。このような剥離層48を形成した一時保持部材47の裏面から例えばYAG第3高調波レーザを照射する。これにより、例えば剥離層48としてポリイミドを形成した場合では、ポリイミドと石英基板の界面でポリイミドのアブレーションにより剥離が発生して、各発光ダイオード42は第二の一時保持部材47から上記機械的手段により容易に剥離可能となる。

【0047】図19は、第二の一時保持用部材47上に配列している発光ダイオード42を吸着装置53でピックアップするところを示した図である。このときの吸着

孔55は画像表示装置の画素ピッチにマトリクス状に開口していて、発光ダイオード42を多数個、一括で吸着できるようにしている。このときの開口径は、例えば約 $100\mu\text{m}$ で $600\mu\text{m}$ ピッチのマトリクス状に開口されて、一括で約300個を吸着できる。このときの吸着孔55の部材は例えば、N₁電極により作製したもの、もしくはステンレス(SUS)などの金属板52をエッチングで穴加工したものが使用され、金属板52の吸着孔55の奥には、吸着チャンバ54が形成されており、この吸着チャンバ54を負圧に制御することで発光ダイオード42の吸着が可能になる。発光ダイオード42はこの段階で樹脂43で覆われており、その上面は略平坦化されており、このために吸着装置53による選択的な吸着を容易に進めることができる。

【0048】図20は発光ダイオード42を第二基板60に転写するところを示した図である。第二基板60に装着する際に第二基板60にあらかじめ接着剤層56が塗布されており、その発光ダイオード42下面の接着剤層56を硬化させ、発光ダイオード42を第二基板60に固着して配列させることができる。この装着時には、吸着装置53の吸着チャンバ54が圧力の高い状態となり、吸着装置53と発光ダイオード42との吸着による結合状態は解放される。

【0049】接着剤層56はUV硬化型接着剤、熱硬化性接着剤、熱可塑性接着剤などによって構成することができる。ここで、この接着剤層56が上記発光ダイオード42の表面を覆う封止材となるので、当該接着剤層56に先に述べたような光拡散機能を付与する。例えば、この接着剤層56に拡散ビーズを分散する。または、接着剤層56に気泡を周期的に形成する。あるいは、反射ミラーとハーフミラーとを組み合わせて形成する。

【0050】発光ダイオード42が配置される位置は、一時保持用部材43、47上での配列よりも離間したものとなる。そのとき接着剤層56の樹脂を硬化させるエネルギー(光束73)は第二基板60の裏面から供給される。UV硬化型接着剤の場合はUV照射装置にて、熱硬化性接着剤の場合はレーザーにて発光ダイオード42の下面のみ硬化させ、熱可塑性接着剤の場合は、同様にレーザー照射にて接着剤を溶融させ接着を行う。

【0051】また、第二基板60上にシャドウマスクとしても機能する電極層57を配設し、特に電極層57の画面側の表面すなわち当該表示装置を見る人がいる側の面に黒クロム層58を形成する。このようにすることで画像のコントラストを向上させることができると共に、黒クロム層58でのエネルギー吸収率を高くして、選択的に照射される光束73によって接着剤層56が早く硬化するようにすることができる。この転写時のUV照射としては、UV硬化型接着剤の場合は約 $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ を照射する。

【0052】図21はRGBの3色の発光ダイオード4

2、61、62を第二基板60に配列させ絶縁層59を塗布した状態を示す図である。図19および図20で用いた吸着装置53をそのまま使用して、第二基板60にマウントする位置をその色の位置にずらすだけでマウントすると、画素としてのピッチは一定のまま3色からなる画素を形成できる。絶縁層59としては透明エポキシ接着剤、UV硬化型接着剤、ポリイミドなどを用いることができる。3色の発光ダイオード42、61、62は必ずしも同じ形状でなくとも良い。図21では赤色の発光ダイオード61が六角形のGaN層を有しない構造とされ、他の発光ダイオード42、62とその形状が異なっているが、この段階では各発光ダイオード42、61、62は既に樹脂形成チップとして樹脂43で覆われており、素子構造の違いにもかかわらず同一の取り扱いが実現される。

【0053】次に、図22に示すように、発光ダイオード42の電極パッド46、49や第二基板60上の電極層57に対応して、これらを電気的に接続するために開口部(ビアホール)65、66、67、68、69、70を形成し、さらに配線を形成する。この開口部の形成も例えばレーザービームを用いて行う。このときに形成する開口部すなわちビアホールは、発光ダイオード42、61、62の電極パッド46、49の面積を大きくしているので、ビアホール形状は大きく、ビアホールの位置精度も各発光ダイオードに直接形成するビアホールに比べて粗い精度で形成できる。例えば、このときのビアホールは約 $60\mu\text{m}$ 角の電極パッド46、49に対し、約 $20\mu\text{m}$ のものを形成できる。また、ビアホールHの深さは配線基板と接続するもの、アノード電極と接続するもの、カソード電極と接続するものの3種類の深さがあるので、形成に当たっては例えばレーザーのパルス数でこれを制御し、最適な深さを開口する。

【0054】絶縁層59に開口部65、66、67、68、69、70を形成した後、発光ダイオード42、61、62のアノード、カソードの電極パッドと第二基板60の配線用の電極層57を接続する配線63、64、71を形成する。その後、保護層を配線上に形成し、画像表示装置のパネルは完成する。このときの保護層は図20の絶縁層59と同様、透明エポキシ接着剤などの材料が使用できる。この保護層は加熱硬化し配線を完全に覆う。この後、パネル端部の配線からドライバーICを接続して駆動パネルを製作することになる。

【0055】上述のような発光素子の配列方法においては、一時保持用部材43に発光ダイオード42を保持させた時点で既に、素子間の距離が大きくなり、その広がった間隔を利用して比較的サイズの電極パッド46、49などを設けることが可能となる。それら比較的サイズの大きな電極パッド46、49を利用した配線が行われるために、素子サイズに比較して最終的な装置のサイズが著しく大きな場合であっても容易に配線を形成でき

る。また、本例の発光素子の配列方法では、発光ダイオード42の周囲が硬化した接着剤層45で被覆され平坦化によって精度良く電極パッド46、49を形成できるとともに素子に比べて広い領域に電極パッド46、49を延在でき、次の第二転写工程での転写を吸着治具で進める場合には取り扱いが容易になる。

【0056】以上により作製される表示装置では、発光ダイオード42が離間して配列され、それ自体の大きさよりも配列ピッチの方が大きい。そこで、発光ダイオード42を覆う最表面の封止材、すなわち接着剤層56に光拡散機能を付与して発光領域を拡大し、表示品質を向上する。図23は、上記接着剤層56の発光ダイオード42に近い位置に開口部81aを有する反射ミラー81を、また接着剤層56の第二基板60側の表面にハーフミラー82を形成した例を示す。発光ダイオード42から発せられた光は、ハーフミラー82での透過及び反射を繰り返して、面内方向に拡大される。なお、ここでは反射ミラー81とハーフミラー82の組み合わせとしたが、接着剤層56に例えば図8に示すような拡散ビーズを分散して発光領域を拡大するようにしてもよいし、図10に示すような周期性を持った気泡を形成し、フォトリソグラフィの原理を応用して発光領域を拡大するようにしてもよい。

【0057】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明においては、発光素子を覆う封止材に光拡散機能を付与しているため、発光素子の発光領域を例えば配列ピッチと同程度に拡大することが可能であり、美観に優れた表示が可能な表示装置を提供することが可能である。また、本発明によれば、発光素子の形状に起因する光放射特性を緩和することが可能で、視野角に対する均一性を向上することが可能であり、さらには、光取り出し効率を向上すること、画素の大きさを自由に設定することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】反射ミラーとハーフミラーの組み合わせにより光拡散機能を付与した例を示す模式図である。

【図2】光拡散機能を付与した場合の発光領域を示す模式図である。

【図3】光拡散機能を付与しない場合の発光領域を示す模式図である。

【図4】ハーフミラーの反射率を小（透過率を大）としたときの光強度の分布を示す模式図である。

【図5】ハーフミラーの反射率を大（透過率を小）としたときの光強度の分布を示す模式図である。

【図6】ハーフミラーに凹凸を形成した例を示す模式図である。

【図7】ハーフミラーに凹凸を形成した他の例を示す模式図である。

【図8】封止材に拡散ビーズを分散した例を示す模式図である。

【図9】拡散ビーズによる光の拡散状態を示す模式図である。

【図10】封止材に気泡を形成した例を示す模式図である。

【図11】3原色を混色する例を示す模式図である。

【図12】素子の配列方法を示す模式図である。

【図13】樹脂形成チップの概略斜視図である。

【図14】樹脂形成チップの概略平面図である。

【図15】発光素子の一例を示す図であって、(a)は断面図、(b)は平面図である。

【図16】第一転写工程を示す概略断面図である。

【図17】電極パッド形成工程を示す概略断面図である。

【図18】第二の一時保持用部材への転写後の電極パッド形成工程及びダイシング工程を示す概略断面図である。

【図19】吸着工程を示す概略断面図である。

【図20】第二転写工程を示す概略断面図である。

【図21】絶縁層の形成工程を示す概略断面図である。

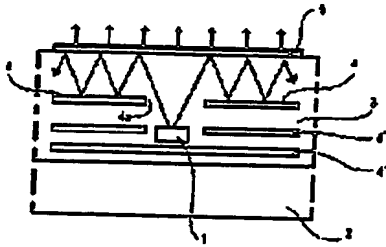
【図22】配線形成工程を示す概略断面図である。

【図23】二段階拡大転写により作製された表示装置に反射ミラー及びハーフミラーを形成した例を示す概略断面図である。

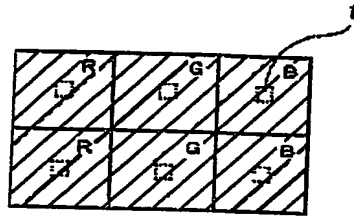
【符号の説明】

- 1 発光素子
- 3 封止材
- 4 反射ミラー
- 5 ハーフミラー
- 6 拡散ビーズ
- 7 気泡
- 42 発光ダイオード
- 56 接着剤層
- 81 反射ミラー
- 82 ハーフミラー

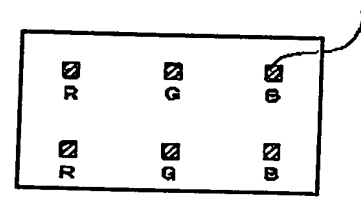
【図1】



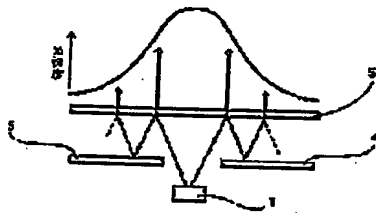
【図2】



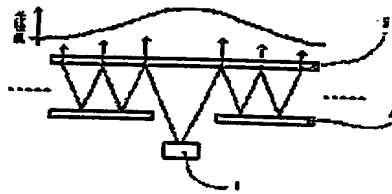
【図3】



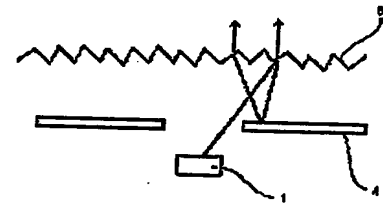
【図4】



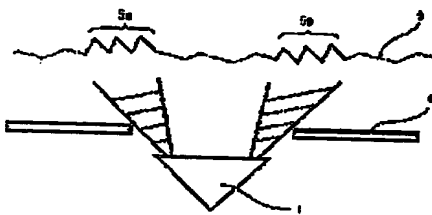
【図5】



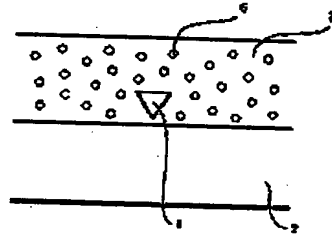
【図6】



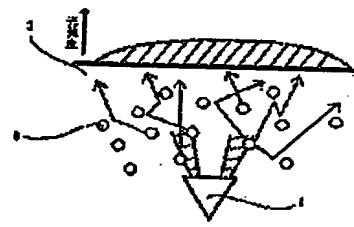
【図7】



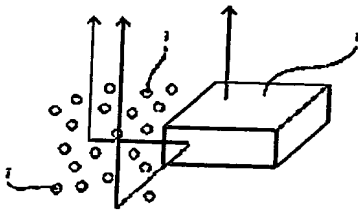
【図8】



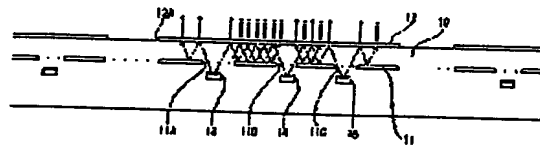
【図9】



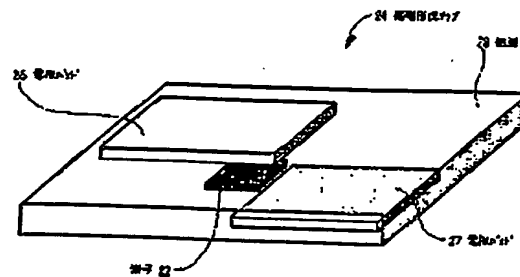
【図10】



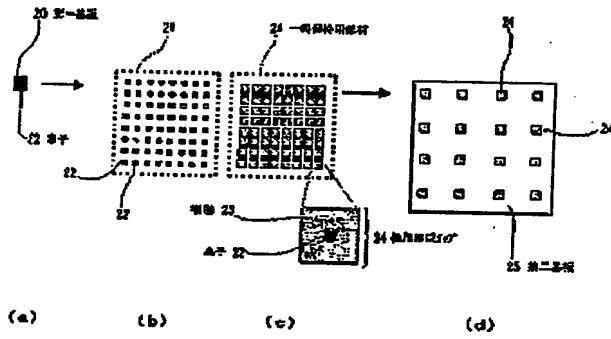
【図11】



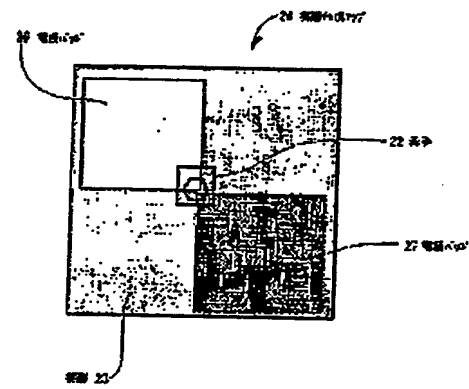
【図13】



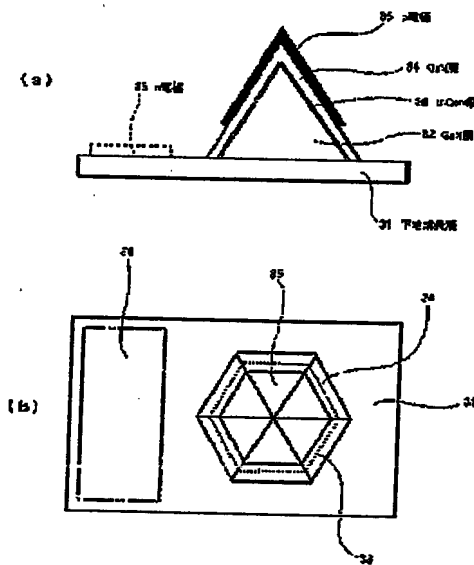
【図12】



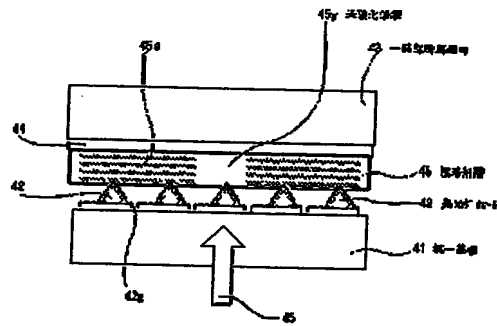
【図14】



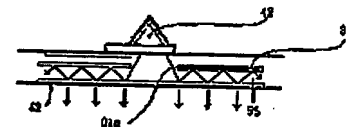
【図15】



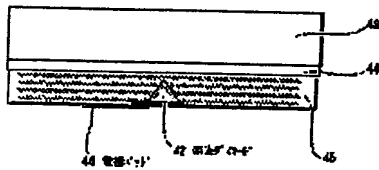
【図16】



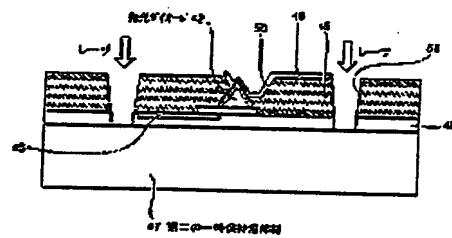
【図23】



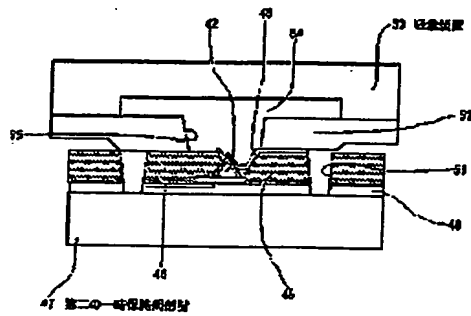
【図17】



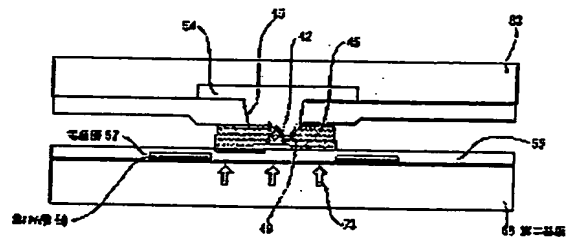
【図18】



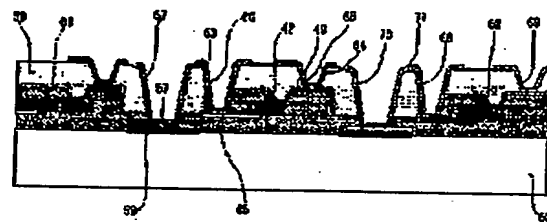
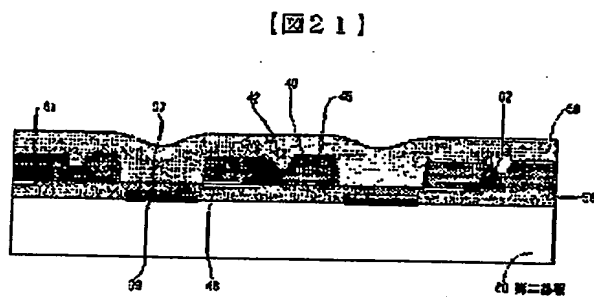
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5C094 AA10 BA23 CA19 CA24 ED13
 HA08
 5F041 AA04 AA06 CA40 CA55 CA74
 CA82 CA92 DA14 DA20 EE23
 EE25 FF06
 5G435 AA03 BB04 CC09 EE09 FF06
 GG08 GG09 GG43 HH04 KK01
 KK05 KK10

THIS PAGE BLANK (USPTO)